

特開平9-151737

(43)公開日 平成9年(1997)6月10日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 B 29/08 75/18			F 0 2 B 29/08 75/18	D K P
F 0 2 M 35/10			F 0 2 M 35/10	3 0 1 E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-315377

(22)出願日 平成7年(1995)12月4日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 今村 利夫

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

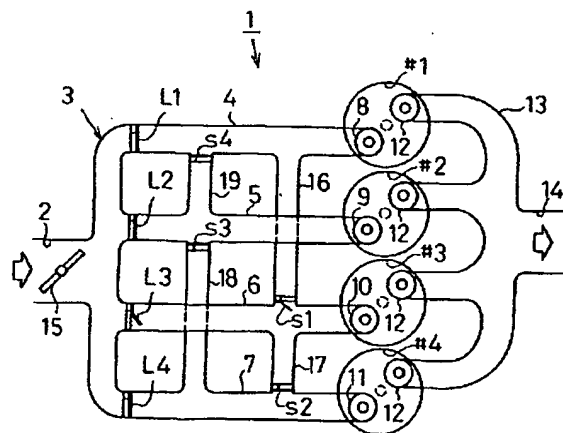
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 内燃機関の吸気装置

(57)【要約】

【課題】 アトキンソンサイクルの内燃機関において、吸気効率の増大及びポンピングロスの低減等を図る。

【解決手段】 エンジン1の燃焼サイクルとして、吸気弁8～11の遅閉じタイプのアトキンソンサイクルが採用される。各独立吸気管4～7には吸入行程時に開かれ圧縮行程時に閉じられる逆止弁L1～L4が設けられる。各気筒#1～#4の点火順序に従い、ある気筒（例えば#1）の独立吸気管（例えば4）と、点火時期が次にあたる気筒（例えば#3）の独立吸気管（例えば6）とを連通する接続管（例えば16）が設けられ、各接続管16～19には過給用逆止弁s1～s4が設けられる。過給用逆止弁s1～s4は、ある気筒#1、#3、#4、#2内のピストンの吸入行程時には閉じられ、点火時期がその次にあたる気筒#3、#4、#2、#1からの吸気の逆入を規制し、圧縮行程時には開かれ、前記点火時期がその次にあたる気筒#3、#4、#2、#1への吸気の流入を積極的に許容する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部にピストンを備えた複数の気筒を有し、各気筒へ通じる独立吸気管が接続されるとともに、吸気弁が前記ピストンの吸気下死点よりも遅く閉じられることにより、膨張比が実圧縮比よりも大きくなるよう設定された内燃機関において、前記各独立吸気管には、自身に対応するピストンの吸入行程時においては開かれ、自身に対応するピストンの圧縮行程時において上流側への吸気の逆流を規制するべく閉じられる逆止弁を設けたことを特徴とする内燃機関の吸気装置。

【請求項2】 請求項1に記載の内燃機関の吸気装置において、

それぞれの気筒の点火順序に従い、ある気筒に対応する独立吸気管と、点火時期がその次にあたる気筒に対応する独立吸気管とを連通する接続管を設けるとともに、当該接続管内には、前記ある気筒内のピストンの吸入行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒からの吸気の逆入を規制し、前記ある気筒内のピストンの圧縮行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒への吸気の流入を許容する過給用逆止弁を設けたことを特徴とする内燃機関の吸気装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の吸気装置に係り、詳しくは、いわゆるアトキンソンサイクルを採用した内燃機関の吸気装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】一般に、内燃機関のピストンは、気筒（シリンダボア）内を上下動し、当該気筒内での挙動は、吸入、圧縮、燃焼、膨張、排気といった一連のサイクルで表現される。従来から知られている燃焼サイクルとしては、オットーサイクルと称されるものが挙げられる。このオットーサイクルにおいては、シリンダボア内の容積（ $v$ ）とシリンダボア内の圧力（ $p$ ）との関係は、図7に示すような $p-v$ 線図（但し、同図はあくまでも模式的なもの）として表すことができる。このオットーサイクルは、膨張比と圧縮比とがほぼ等しい関係にある点に特徴を有している。

【0003】かかるオットーサイクルにおいて、熱効率を上昇させようとする場合には、圧縮比（ $\equiv$ 膨張比）を高めることが考えられるが、単に圧縮比を高めるだけでは、ノッキングという問題が起こってしまう。このため、単に圧縮比を高めるにも限界があった。

【0004】上記の欠点を有するオットーサイクルに対し、例えば、SAE Technical Paper Series No. 910451等においては、アトキンソンサイクルと称される技術（場合によってはミラーサイクルとも称される）が開示されている。このアトキンソンサイクルにおいては、膨張比を大きくとった上

で吸気弁の閉タイミングを変えることにより、実圧縮比を下げるようにしている。通常は、吸気弁の閉タイミングを吸気下死点よりも遅くすることで、実圧縮比が下げられる（勿論、早閉じの場合でも実圧縮比は下げられる）。当該遅閉じタイプのアトキンソンサイクルにおいては、シリンダボア内の容積（ $v$ ）とシリンダボア内の圧力（ $p$ ）との関係は、例えば図2に示すような $p-v$ 線図（但し、同図もあくまでも模式的なもの）として表すことができる。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来技術における、特に、遅閉じタイプのアトキンソンサイクルにおいては、吸気弁の閉タイミングが遅くなることから、吸気の吹き返しが起こってしまう。このため、吸気温度が上昇してしまい、吸入空気の密度が低下してしまっていた。従って、その密度の低い空気が別のシリンダボア内に取り込まれることが繰り返され、ひいては内燃機関全体として吸入空気量が低下してしまう。その結果、吸気効率が低下し、ポンピングロスが増大してしまうおそれがあった。

【0006】また、上記吸気の吹き返しにより、吸気管内の脈動が増大し、かかる大きな脈動によっても、吸入空気量が低下し、上記不具合を招くおそれがあった。さらには、吸気温度が上昇することから、吸気通路内の各種部品（例えばスロットルボディ、吸気管等）の熱的信頼性が低下してしまうおそれもあった。

【0007】本発明は前述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、アトキンソンサイクルを採用した内燃機関において、吸気効率の増大及びポンピングロスの低減を図ることができるとともに、吸気通路内の各種部品への熱的悪影響の抑制を図ることのできる内燃機関の吸気装置を提供することにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明においては、内部にピストンを備えた複数の気筒を有し、各気筒へ通じる独立吸気管が接続されるとともに、吸気弁が前記ピストンの吸気下死点よりも遅く閉じられることにより、膨張比が実圧縮比よりも大きくなるよう設定された内燃機関において、前記各独立吸気管には、自身に対応するピストンの吸入行程時においては開かれ、自身に対応するピストンの圧縮行程時において上流側への吸気の逆流を規制するべく閉じられる逆止弁を設けたことをその要旨としている。

【0009】上記の構成によれば、吸気弁がピストンの吸気下死点よりも遅く閉じられることにより、膨張比が実圧縮比よりも大きくなり、熱効率の増大が図られる。さて、このように吸気弁がピストンの吸気下死点よりも遅く閉じられることから、折角気筒内に吸入された吸気が、ピストンの圧縮行程時において吹き返されるおそれがある。しかし、本発明では、個々の独立吸気管に

逆止弁が設けられている。この逆止弁はピストンの吸入行程時においては開かれることから、当該吸入に支障は生じない。また、ピストンの圧縮行程時においては閉じられ、これにより、上記吹き返しに伴う吸気の上流側への逆流が規制される。従って、吸気温度が上昇してしまうのが抑制され、吸気温度の上昇により吸入空気密度が低下してしまうのも抑制される。さらには、吸気の上流側への逆流により、吸気管内の脈動が増大してしまうのも抑制される。

【0010】また、請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の内燃機関の吸気装置において、それぞれの気筒の点火順序に従い、ある気筒に対応する独立吸気管と、点火時期がその次にあたる気筒に対応する独立吸気管とを連通する接続管を設けるとともに、当該接続管内には、前記ある気筒内のピストンの吸入行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒からの吸気の逆入を規制し、前記ある気筒内のピストンの圧縮行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒への吸気の流入を許容する過給用逆止弁を設けたことをその要旨としている。

【0011】上記の構成によれば、請求項1に記載の発明の作用に加えて、それぞれの気筒の点火順序に従い、ある気筒に対応する独立吸気管と、点火時期がその次にあたる気筒に対応する独立吸気管とが接続管によって連通される。また、当該接続管内には、過給用逆止弁が設けられる。このため、前記ある気筒内のピストンの吸入行程時には、当該過給用逆止弁が閉じられ、前記点火時期がその次にあたる気筒からの吸気の逆入が規制される。また、前記ある気筒内のピストンの圧縮行程時には、過給用逆止弁が開かれ、前記点火時期がその次にあたる気筒への吸気の流入が許容される。従って、このときに、前記点火時期がその次にあたる気筒が吸入行程となっていれば、独立吸気管を通して吸入される吸気に加えて、さらに、前記ある気筒内からの吹き返しの吸気が過給的に導入されることとなり、総合的には、吸入空気量の増大が図られる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明における内燃機関の吸気装置をガソリンエンジンのそれに具体した一実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0013】図1は本実施の形態において、車両に搭載された内燃機関としてのエンジン1の吸気装置を模式的に示す概略構成図である。同図に示すように、エンジン1は複数の（本実施の形態では4つの）気筒#1、#2、#3、#4を有するとともに、各気筒#1～#4内には図示しないピストンが往復動可能に配設されている。各気筒#1～#4内には、図示しないエアクリーナから主吸気通路2及び吸気マニホールド3によって構成される複数本の独立吸気通路4、5、6、7を通して、外気（吸入空気）が導入されるようになっている。

【0014】また、気筒#1～#4内には、その外気の

取り込みと同時に、各独立吸気通路4～7内の吸気ポートの近傍にて図示しないインジェクタから噴射される燃料も導入されるようになっている。そして、導入された燃料と外気との混合気が、各気筒#1～#4毎に設けられた吸気弁8、9、10、11を介して燃焼室へ導入され、エンジン1は当該混合気を燃焼室内にて爆発・燃焼させて駆動力を得る。また、爆発、燃焼後の排気ガスは、燃焼室から排気弁12を介して各気筒毎の排気マニホールド13を通り、排気通路14へ導出され、最終的に外部へ排出されるようになっている。

【0015】主吸気通路2の途中には、図示しないアクセルペダルの動作によって開閉されるスロットル弁15が設けられている。そして、このスロットル弁15が開閉されることにより、主吸気通路2、ひいては各気筒#1～#4内への吸入空気量が調節される。なお、スロットル弁15の下流側には、吸入空気脈動を平滑化させる図示しないサージタンクが設けられている。

【0016】次に、本実施の形態における特徴的な部分について説明する。まず、本実施の形態では、前記エンジン1の燃焼サイクルとしていわゆるアトキンソンサイクルが採用されている。このアトキンソンサイクルにおいては、膨張比が通常のオットーサイクルよりも大きく設定されている（ピストンの移動ストローク量が大きい）上に、吸気弁8～11の開タイミングが通常よりも遅く（ピストンの吸気下死点よりも遅く）設定されている。このように吸気弁8～11の開タイミングが遅くなることで実圧縮比が下げられている。本実施の形態においては、例えば膨張比が「15」に、実圧縮比が「10」に設定されている。

【0017】また、図1に示すように、前記各独立吸気管4～7には、逆止弁L1、L2、L3、L4が設けられている。これらの逆止弁L1～L4は、いわゆるリード弁によって構成され、自身に対応するピストンの吸入行程時においては開かれ、また、ピストンの圧縮行程時においては閉じられるようになっている。このため、逆止弁L1～L4よりも下流側に一旦導入された吸気は、基本的には当該逆止弁L1～L4の上流側へは逆流しないようになっている。

【0018】さらに、本実施の形態においては、各気筒#1～#4の点火順序は、#1→#3→#4→#2の順に設定されている。そして、当該点火順序に従い、ある気筒（例えば#1）に対応する独立吸気管（例えば符号4）と、点火時期がその次にあたる気筒（例えば#3）に対応する独立吸気管（例えば符号6）とを連通する接続管（例えば符号16）が設けられている。従って、本実施の形態では、4本の接続管16、17、18、19が設けられることとなり、接続管16は、気筒#1に対応する独立吸気管4と気筒#3に対応する独立吸気管6とを連通し、接続管17は、気筒#3に対応する独立吸気管6と気筒#4に対応する独立吸気管7とを連通す

る。また、接続管18は、気筒#4に対応する独立吸気管7と気筒#2に対応する独立吸気管5とを連通し、接続管19は、気筒#2に対応する独立吸気管5と気筒#1に対応する独立吸気管4とを連通する。

【0019】併せて、前記各接続管16～19の一端側（点火時期がその次にあたる気筒に対応する独立吸気管側）には、過給用逆止弁s1, s2, s3, s4が設けられている。これらの過給用逆止弁s1～s4も、いわゆるリード弁によって構成されている。そして、これらの過給用逆止弁s1～s4は、ある気筒#1, #3, #4, #2内のピストンの吸入行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒#3, #4, #2, #1からの吸気の逆入を規制すべく閉じられ、ある気筒#1, #3, #4, #2内のピストンの圧縮行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒#3, #4, #2, #1への吸気の流入を許容すべく開かれるようになっている。例えば、接続管16に設けられた過給用逆止弁s1は、気筒#1内のピストンの吸入行程時には閉じられて、点火時期がその次にあたる気筒#3からの吸気の逆入を規制する。また、過給用逆止弁s1は、気筒#1内のピストンの圧縮行程時には開かれて、点火時期がその次にあたる気筒#3への吸気の流入を許容するようになっている。

【0020】加えて、本実施の形態では、ある気筒（例えば#1）における燃焼サイクルが、圧縮行程にあるとき、点火時期がその次にあたる気筒（例えば#3）における燃焼サイクルは、吸入行程となるように設定されている。

【0021】次に上記のように構成されてなる本実施の形態の作用及び効果について説明する。

（1）本実施の形態では、上述したように、アトキンソンサイクルが採用されているため、つまり、吸気弁8～11の開タイミングが通常よりも遅く（ピストンの吸気下死点よりも遅く）設定されているため、実圧縮比が下げられる。このため、膨張比が実圧縮比よりも大きくなり、熱効率の増大が図られうる。

【0022】（2）さて、このように吸気弁8～11がピストンの吸気下死点よりも遅く閉じられることから、折角気筒#1～#4内に吸入された吸気が、各ピストンの圧縮行程時において吹き返されるおそれがある。しかし、本実施の形態では、個々の独立吸気管4～7には逆止弁L1～L4が設けられている。これらの逆止弁L1～L4は、図3～図6に示すように、ピストンの吸入行程時にはそれぞれ開かれることから、当該吸入に支障は生じない。また、図3～図6に示すように、ピストンの圧縮行程時には、逆止弁L1～L4はそれぞれ閉じられる。（例えば図3に示すように、気筒#1のピストンの圧縮行程に際しては、逆止弁L1は閉じられる。）これにより、上記吹き返しに伴う吸気の上流側への逆流が規制される。従って、吸気温度が上昇してしまうのが抑制され、吸気温度の上昇により吸入空気の密

度が低下してしまうのも抑制される。

【0023】（2-1）そのため、密度の低い吸気が気筒#1～#4内に取り込まれることが繰り返されることにより、エンジン1全体として吸入空気量が低下してしまうのを抑制することができる。その結果、吸気効率の増大及びポンピングロスの低減を図ることができる。

【0024】（2-2）また、吸気の上流側への逆流を抑制できることから、主吸気通路2内の脈動が増大してしまうのも抑制されうる。従って、脈動が増大することによる、吸入空気量の低下をも抑制することができ、上記作用効果をより確実ならしめることができる。

【0025】（2-3）さらに、吸気温度の上昇を抑制できることから、主吸気通路2や、その内部の各種部品（例えばスロットルバルブ15等）の熱的信頼性が低下してしまうのを防止することができる。

【0026】（3）併せて、本実施の形態では、それぞれの気筒#1, #3, #4, #2の点火順序に従い、ある気筒#1, #3, #4, #2に対応する独立吸気管4, 6, 7, 5と、点火時期がその次にあたる気筒#3, #4, #2, #1に対応する独立吸気管6, 7, 5, 4とを接続管16～19によって連通するようにした。また、当該接続管8～11内には、過給用逆止弁s1～s4を設けるようにした。

【0027】このため、例えば、図3に示すように、気筒#1内のピストンの圧縮行程時には、接続管16の過給用逆止弁s1が開かれ、点火時期がその次にあたる気筒#3への吸気の流入が許容される。また、このとき、気筒#3内のピストンが吸入行程となっており、独立吸気管6を通して吸入される吸気に加えて、さらに、気筒#1内からの吹き返しの吸気が気筒#3内に過給的に導入されることとなり、総合的には、吸入空気量の増大が図られうる。

【0028】また、気筒#1内のピストンの吸入行程時には、図6に示すように、接続管16の過給用逆止弁s1が閉じられ、前記点火時期がその次にあたる気筒#3からの吸気の逆入が規制される。

【0029】同様に、例えば、図4に示すように、気筒#3内のピストンの圧縮行程時には、接続管17の過給用逆止弁s2が開かれ、点火時期がその次にあたる気筒#4への吸気の流入が許容される。また、このとき、気筒#4内のピストンが吸入行程となっており、独立吸気管7を通して吸入される吸気に加えて、さらに、気筒#3内からの吹き返しの吸気が気筒#4内に過給的に導入されることとなり、総合的には、吸入空気量の増大が図られうる。また、気筒#3内のピストンの吸入行程時には、図3に示すように、接続管17の過給用逆止弁s2が閉じられ、前記点火時期がその次にあたる気筒#4からの吸気の逆入が規制される。

【0030】同じく、例えば、図5に示すように、気筒#4内のピストンの圧縮行程時には、接続管18の過給

用逆止弁 s 3 が開かれ、点火時期がその次にあたる気筒 # 2 への吸気の流入が許容される。また、このとき、気筒 # 2 内のピストンが吸入行程となっており、独立吸気管 5 を通って吸入される吸気に加えて、さらに、気筒 # 4 内からの吹き返しの吸気が気筒 # 2 内に過給的に導入されることとなり、総合的には、吸入空気量の増大が図られうる。また、気筒 # 4 内のピストンの吸入行程時には、図 4 に示すように、接続管 1 8 の過給用逆止弁 s 3 が閉じられ、前記点火時期がその次にあたる気筒 # 2 からの吸気の逆入が規制される。

【0031】さらに同じく、例えば、図 6 に示すように、気筒 # 2 内のピストンの圧縮行程時には、接続管 1 9 の過給用逆止弁 s 4 が開かれ、点火時期がその次にあたる気筒 # 1 への吸気の流入が許容される。また、このとき、気筒 # 1 内のピストンが吸入行程となっており、独立吸気管 4 を通って吸入される吸気に加えて、さらに、気筒 # 2 内からの吹き返しの吸気が気筒 # 1 内に過給的に導入されることとなり、総合的には、吸入空気量の増大が図られうる。また、気筒 # 2 内のピストンの吸入行程時には、図 5 に示すように、接続管 1 9 の過給用逆止弁 s 4 が閉じられ、前記点火時期がその次にあたる気筒 # 1 からの吸気の逆入が規制される。

【0032】このように、本実施の形態では、接続管 1 6 ~ 1 9 によって連通するようにし、さらに、当該接続管 8 ~ 1 1 内に、過給用逆止弁 s 1 ~ s 4 を設けるようにした。従って、圧縮行程にある、ある気筒 # 1、# 3、# 4、# 2 に対し、点火時期がその次にあたり、かつ、吸入行程にある気筒 # 3、# 4、# 2、# 1 にとっては、独立吸気管 4、5、6、7 を通って吸入される吸気に加えて、さらに、前記ある気筒 # 1、# 3、# 4、# 2 内からの吹き返しの吸気が過給的に導入されることとなる。このため、総合的には、吸入空気量の増大を図ることができる。その結果、エンジン 1 全体として吸入空気量の増量を図ることができ、ひいては、より一層の吸気効率の増大及びポンピングロスの低減を図ることができる。

【0033】また、これとともに、上記 (2-2)、(2-3) の効果をより確実ならしめることができる。尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、例えば次の如く構成してもよい。

【0034】(1) 前記実施の形態では、逆止弁 L 1 ~ L 4 及び過給用逆止弁 s 1 ~ s 4 としてリード弁タイプのものを採用することとしたが、それ以外の逆止弁 (例えば、モータ等のアクチュエータのよって開閉されるタイプもの等) を採用してもよい。

【0035】(2) 前記実施の形態では、本発明をガソリンエンジン 1 の吸気装置に具体化した但、ディーゼルエンジンの吸気装置に具体化することもできる。

(3) 前記実施の形態では、4 つの気筒 # 1 ~ # 4 を有するエンジン 1 に具体化した但、気筒の数は何ら制限されるものではなく、例えば 6 気筒、8 気筒の場合にも具体化できる。また、点火順序についても、上記実施の形態に記載した順序に何ら限定されるものではない。

【0036】(4) 前記実施の形態における接続管 1 6 ~ 1 9 及び過給用逆止弁 s 1 ~ s 4 を省略する構成としてもよい。特許請求の範囲の各請求項に記載されないものであつて、上記実施の形態から把握できる技術的思想について以下にその効果とともに記載する。

【0037】(a) 請求項 2 に記載の内燃機関の吸気装置において、前記ある気筒における燃焼サイクルが、圧縮行程にあるとき、点火時期がその次にあたる気筒における燃焼サイクルは、吸入行程となるように構成されていることを特徴とする。

【0038】上記の構成とすることにより、ある気筒内のピストンの圧縮行程時には前記点火時期がその次にあたる気筒への吸気の流入が、積極的かつ過給的に行われることとなり、より確実に吸気効率の増大及びポンピングロスの低減を図ることができる。

【0039】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、アトキンソンサイクルを採用した内燃機関において、吸気効率の増大及びポンピングロスの低減を図ることができるとともに、吸気通路内の各種部品への熱的悪影響の抑制を図ることができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】一実施の形態のエンジンの吸気装置を示す概略構成図である。

【図 2】アトキンソンサイクルを説明するための p-v 線図である。

【図 3】実施の形態の作用を説明するエンジンの概略図である。

【図 4】実施の形態の作用を説明するエンジンの概略図である。

【図 5】実施の形態の作用を説明するエンジンの概略図である。

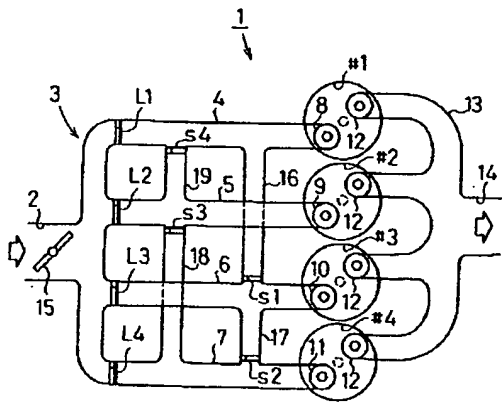
【図 6】実施の形態の作用を説明するエンジンの概略図である。

【図 7】従来技術のオットーサイクルを説明する p-v 線図である。

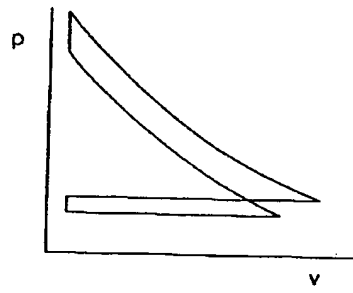
【符号の説明】

1…内燃機関としてのエンジン、2…主吸気通路、4、5、6、7…独立吸気管、8、9、10、11…吸気弁、16、17、18、19…接続管、#1、#2、#3、#4…気筒、L1、L2、L3、L4…逆止弁、s1、s2、s3、s4…過給用逆止弁。

【図1】

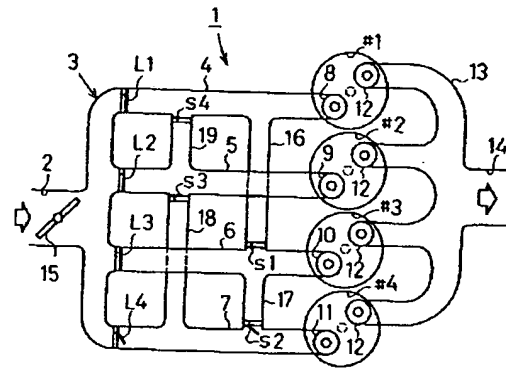
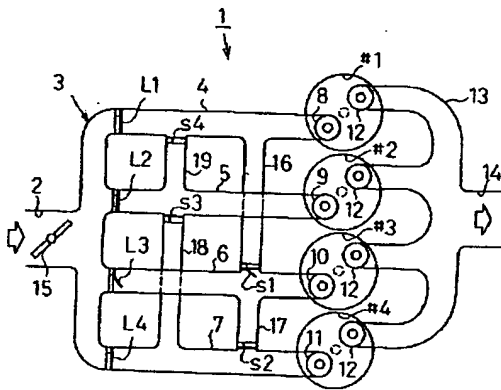


【図2】



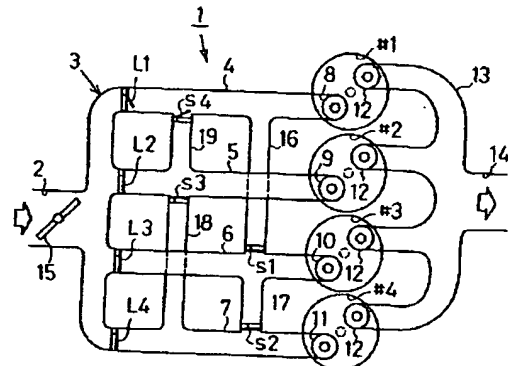
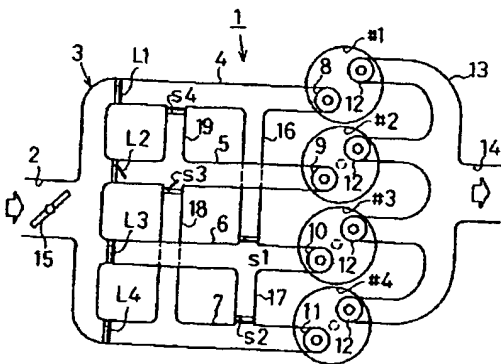
【図4】

【図3】



【図6】

【図5】



【图 7】

